

第一章 常用低压电器

电器是一种电气设备，它可根据外界指令，自动或手动地接通和断开电路，断续或连续地改变电路参数，实现对电路或非电对象的切换、控制、保护、检测和调节。这里主要介绍的低压电器，是指工作电压为交流 1200V、直流 1500V 以下的电器。

第一节 概述

一、低压电器的分类与表示方法

低压电器种类繁多，分类方法有很多种。

低压电器按动作方式可分为手控电器和自控电器两大类。手控电器是指电器的动作由操作人员手工操作，如闸刀开关、按钮开关等。自控电器是指按照指令或物理量（如电流、电压、时间、速度等）变化而自动动作的电器，如接触器、时间继电器等。

低压电器按照用途可分为开关电器和保护电器。开关电器主要在配电系统及动力设备中起控制作用，如刀开关、断路器等。保护电器主要在配电系统及动力设备中起保护作用，如熔断器、继电器等。

低压电器按种类可分为刀开关和刀形转换开关、熔断器、断路器、接触器、继电器、主令电器、控制器等。

我国低压电器型号是按产品种类编制的，产品型号采用汉语拼音字母和阿拉伯数字组合表示，其表示方式如下：

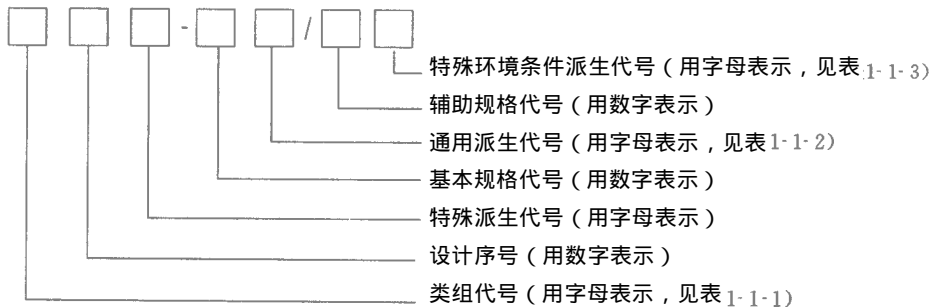


表 1-1-1 低压电器产品型号类组代号表

代号	名称	A	B	C	D	G	H	J	K	L	M	P	Q	R	S	T	U	W	X	Y	Z	
H	刀开关和转换开关				刀开关		封闭式负荷开关		封闭式负荷开关					熔断器式刀开关	刀形转换开关						其他	组合开关
R	熔断器			插入式			汇流排式			螺旋式	密闭式					有填料管式					限流	其他
D										照明	灭磁					快速		柜架式		限流	其他	塑料外壳式
K					鼓形						平面					凸轮					其他	
C					高压		交流					中频				时间					其他	直流
Q	按钮式		磁力					减压							手动		油浸		星三角		其他	综合
J										电流					热	时间	通用		温度		其他	中间
L	按钮								主令控制器						主令开关	足踏开关	旋钮	万能转换开关		行程开关		其他
Z			板形元件	冲片元件		管形元件										烧结元件	铸铁元件			电阻器		其他
B				旋臂式						励磁		频敏	起动		石墨	起动速度	油浸	液体	滑线式		其他	
M													牵引						起重			制动

类组代号与设计序号组合表示产品的系列，类组代号一般由两个字母组成。若是三个字母的类组代号，其第三个字母在编制具体型号时临时拟定，以不重复为原则。设计序号用数字表示，位数不限，其中两位及两位以上的首位数字为“9”者表示船用；“8”表示防爆型；“7”表示纺织用；“6”表示农用；“5”表示化工用。

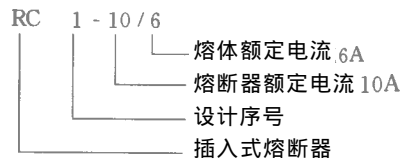
表 1-1-2 通用派生代号表

派生字母	意义	派生字母	意义
A、B、C、D	结构设计稍有改进或变化	P	电磁复位、防滴式、单相、两个电源、电压
J	交流、防溅式	K	开启式
Z	直流、自动复位、防震、重任务	H	保护式、带缓冲装置
W	无灭弧装置	M	封闭式、灭磁
N	可逆	Q	防尘式、手车式
S	有锁住机构、手动复位、防水式、三相、三个电源、双线圈	L	电流的
		F	高返回、带分励脱扣

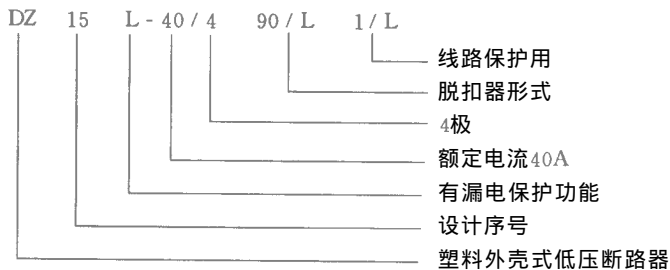
表 1-1- 特殊环境条件派生代号表

派生字母	意义	派生字母	意义	备注
T	热湿热带临时措施制造	G	高原	派生代号加注在产品全型号后
TH	湿热带	H	船用	
TA	干热带	Y	化工防腐用	

例如：



全型号表示：10A 的插入式熔断器，熔体额定电流为 6A。



全型号表示：线路保护用、4极、40A 的漏电保护断路器。

由此可见，主要规格代号一般为额定电流，但有的则另有其他意义，辅助规格代号所表示的意义也不尽相同，所以不能一概而论，应分别记住它们所表示的意义。

二、常用低压电器的识别

打开电气控制柜（箱、壁龛），可以看到控制板上安装有各种各样的电器元件，如果熟悉各种电器的外形，就可很快地识别出各种电器。图 1-1-1 中列出了一些常用低压电器的外形。

按照电器在控制板（柜）上布置原则的要求，各种低压电器在其安装位置上有一定的规律，掌握其规律有助于识别各种电器。

(1) 一般体积较大、较重的电器，如带灭弧罩的额定电流较大的交流接触器、控制变压器、整流器、变阻器、电抗器等，安装在控制板（柜）的下面。

(2) 具有发热元件的电器（如热继电器）安装在控制板的下面或易于散热的位置。熔断器则一般安装在控制板的上面。

(3) 在检修时需要进行调节或更换的电器（如时间继电器、热继电器、可调电阻和熔断器等）安装在较适中的位置，以便于检查、调整和更换。

(4) 有控制台或控制面板的设备，如一些主令电器、显示器、转换开关、按钮开关、指示灯、仪表以及经常需要调节的电器（如电位器）等，安装在控制板上。

(5) 各种检测电器、元件（如行程开关、传感器、温度继电器、压力继电器和速度继电器等）安装在设备的相应部位上，作位置控制或限位保护用的行程开关安装在设备运动部件的相应位置上。

(6) 对于较复杂的线路，在控制板上一般主电路的电器（如接触器等）安装在下面，控制电路的电器（如各种继电器等）安装在其上面。

以上介绍的只是一般规律，各种电控设备控制电器的具体安装位置会有较大差别，因此应注意实践中的学习，以积累经验。

1. 实例 1

图 1-1-2 为 Z3040 摇臂钻床控制箱内电器安装位置图。最上端是接线板，电器元件安装的位置依次为：三相熔断器 FU_2 、摇臂升降和液压泵电动机的控制接触器 $KM_2 \sim KM_3$ (10A)。最下面一排为 KM_1 （主轴电动机的控制接触器，20A）、热继电器 FR_1 和 FR_2 、时间继电器 KT 、控制变压器 TC 和照明电路的熔断器 FU_3 等。

2. 实例 2

图 1-1-3 为 5 层交流客货两用电梯的控制屏电器安装位置图。安装在控制屏下面的是 7 个 80A 的交流接触器及热继电器；往上 4 排是两种规格的直流中间继电器；其上是可调电阻器；最上面一排是熔断器。曳引电动机起动、变速限流用的电抗器装在接触器位置的背面（图中虚线所示）。为直流继电器提供直流电源的整流器装在控制屏上方的右侧。控制屏最下面是两排接线排。

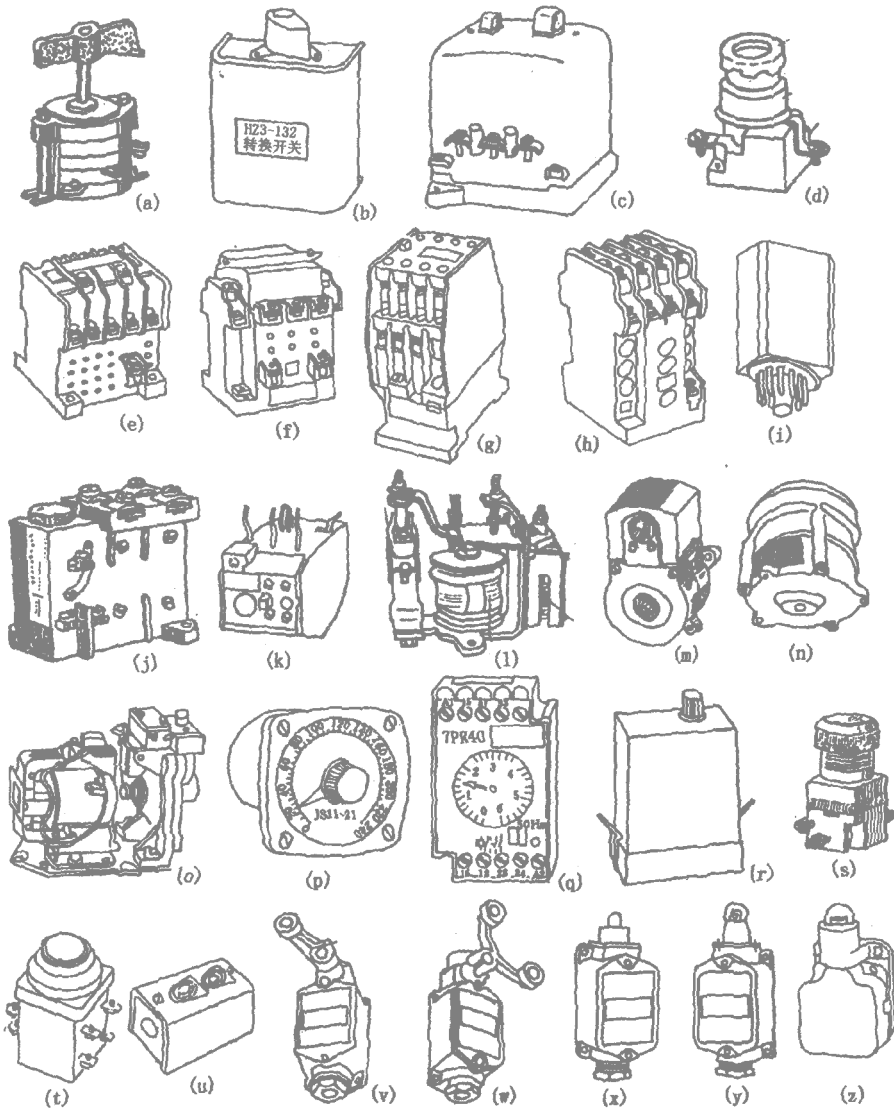


图 1-1-1 常用低压电器外形

- (a) HZ10/3型组合开关 (b) HZ3型转换开关 (c) DZ5-20型自动开关 (d) RL型螺旋式熔断器
 (e) CJ10-10型交流接触器 (f) CJ10-20型交流接触器 (g) 3TB型交流接触器 (h) JZ7型中间继电器
 (i) JTX型中间继电器 (j) JR0型热继电器 (k) UA型热继电器 (l) JT4型过电流继电器 (m)
 JFZ0型速度继电器 (n) JY1型速度继电器 (o) JS7型空气阻尼式时间继电器 (p) JS11型电动式时间
 继电器 (q) TPR型电动式时间继电器 (r) JS14型晶体管式时间继电器 (s) LA19型按钮 (t)
 LA18型按钮 (u) LA10型按钮 (v) JLXK1-111型行程开关 (w) JLXK1-211型行程开关
 (x) JLXK1-311型行程开关 (y) JLK1-411型行程开关 (z) X2-N型行程开关

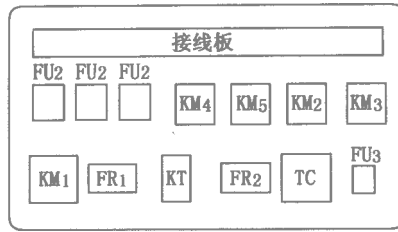


图 1-1-2 Z3040 摇臂钻床控制板电器安装位置图

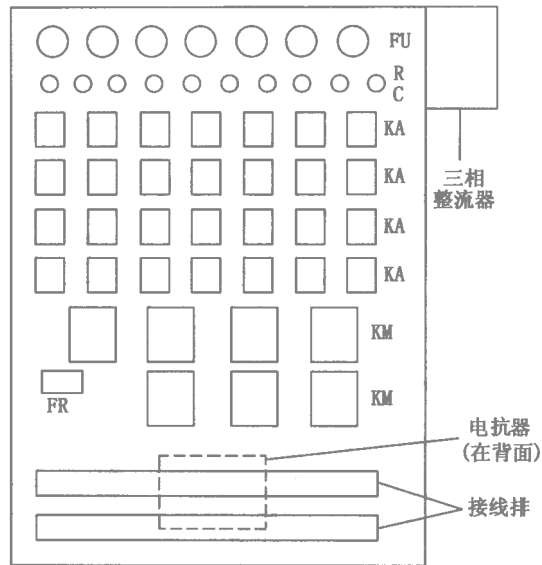


图 1-1-3 电梯控制屏电器安装位置图

第二节 刀开关

刀开关也称闸刀开关，广泛应用在低压线路中作不频繁接通或分断容量不太大的低压供电线路，有时也作为隔离开关使用。根据不同的工作原理、使用条件和结构形式，刀开关及其与熔断器组合的产品分类有：刀开关和刀形转换开关；开启式负荷开关（胶盖瓷底刀开关）；封闭式负荷开关（铁壳开关）；熔断器式刀开关；组合开关。各种类型的刀开关还可按其额定电流、刀的极数以及操作方式来区分。通常，除特殊的大电流刀开关采用电动操作方式外，一般都采用手动操作方式。

刀开关和刀形转换开关

(一) 外形结构

刀开关的结构如图 1-2-1 所示,它主要由静插座、手柄、触刀、铰链支座和绝缘底板组成。接通操作时,用手握住手柄,使触刀绕铰链支座转动,然后推入插座内即完成,其电流通路由铰链支座、触刀和静插座形成。分断操作与接通操作相反,向外拉出手柄,使触刀脱离静插座。

刀开关可靠工作的关键之一是触刀与静插座之间有着良好的接触,这就要求它们之间有一定的接触压力。对于额定电流较小的刀开关,静插座使用硬紫铜制成,利用材料的弹性来产生所需的接触压力;对于额定电流较大的刀开关,可另外在静插座两侧加弹簧以进一步增加接触压力。

(二) 灭弧原理与方法

刀开关在分断有负载的电路时,在触刀与静插座之间会产生电弧,而且电压等级越高,分断电流越大,产生电弧就越严重。这种极高温度的电弧,轻则将触刀或静插座灼伤或烧毁,严重时会产生相间短路,造成重大事故。

在刀开关分断过程中,触刀和静插座之间的电弧,一方面沿切线方向被机械地拉长,另一方面还要受到经过触刀和它本身的电弧电流产生磁场的影响,在该磁场所产生的电动力作用下,沿法线运动,如图 1-2-2 所示。显然,这两种运动都有利于电弧的熄灭。

在图 1-2-2 所示电路中,当手柄拉开时,电弧被机械地拉长到一定程度,电弧弧柱的电阻便急剧增大,电弧电压也随之迅速升高。一旦电弧被拉长到使加在触刀与插座之间的电网电压不足以维持其继续燃烧(即外加图

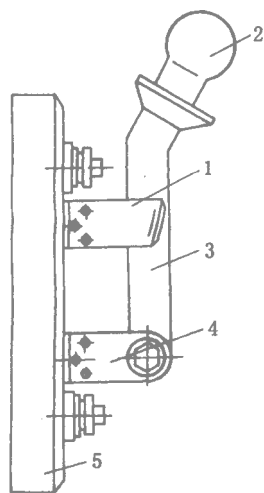
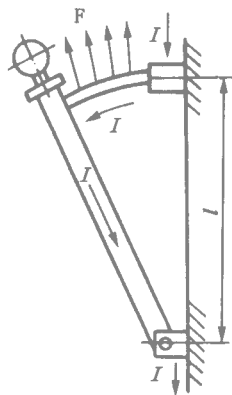


图 1-2-1 刀开关的结构
1-静插座 2-手柄 3-触刀
4-铰链支座 5-绝缘底板



1-2-2 刀开关分断时的电弧

电压小于电弧电压)时,电弧就熄灭了。另外,在电动力 F 的作用下,电弧将迅速穿越空气介质,使弧柱迅速冷却,产生强烈的消电离作用,这显然也将导致电弧熄灭。因此,刀开关中电弧的熄灭是上述两种因素共同作用的结果。实践证明,除非是分断 80A 左右的直流电流,否则机械地拉长电弧并非导致电弧熄灭的主要因素,决定性的因素是作用于电弧的电动力。电动力的大

小可用下式表示

$$F = \frac{I^2 \cdot dL}{4l \cdot dl}$$

式中， I 为电弧电流； L 为回路电感； l 为触刀长度。

因此，触刀长度不宜太长，否则会影响电动力的吹弧效果。这就是触刀长度并不随额定电流的增大而成比例地加长的原因。刀开关断开时所产生的电弧能量一般可以表示为

$$W = \frac{1}{2}Li^2 + W_r$$

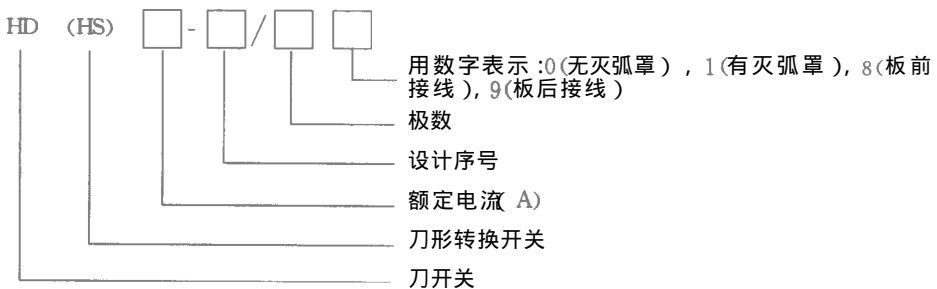
式中， $\frac{1}{2}Li^2$ 为被切断电路的磁场中储存的能量； W_r 为由电路输送给电弧的能量。

燃弧时间对 W_r 的影响很大，燃弧时间越短， W_r 就越小。当被切断电路的感不大时， W_r 将占主要地位。因此，为了使电弧能量尽可能地小，加快分断速度也是必要的。

采用有速断刀刃的刀开关结构，是为了加快分断速度。拉出插座时，拉力弹簧积累的能量迫使速断刀刃快速脱离插座，使电弧减小到最低程度。

(三) 型号含义与技术参数

刀开关 HD 系列由 HD11、HD12、HD13、HD14 等单投刀开关组成。刀形转换开关 HS 系列由 HS11、HS12、HS13 等双投刀形转换开关组成。它们都适用于交流 50Hz、额定电压 500V 及直流额定电压 440V、额定电流 1500A 的成套配电装置中，作为非频繁地手动接通和分断电路使用，或作为隔离开关使用，其型号的意义为：



HD 系列刀开关和 HS 系列刀形转换开关的结构形式、转换方式、极数和操作方式可参阅表 1-2-1。

表 1-2-1 HD 系列和 HS 系列的规格

型 号	结 构 形 式	转 换 方 式	极 数	额 定 电 流 (A)
HD11 - □/□8	中央手柄操作式		1, 2, 3	100, 200, 400
HD12 - □/□1	侧方正面杠杆操作式 (带灭弧罩)	单投	2, 3	100, 200, 400, 600, 1000
HS12 - □/□1		双投		
HD13 - □/□0	中央正面杠杆操作式 (不带灭弧罩)	单投	2, 3	100, 200, 400, 600, 1000, 1500
HS13 - □/□0		双投		100, 200, 400, 600, 1000

为保障操作人员的安全,防止出现意外事故伤人,允许分断额定电流的是带杠杆操作机构的刀开关和刀形转换开关,它们都带有灭弧罩,主要用于配电板和动力箱。而中央手柄式刀开关和刀形转换开关都不允许分断额定电流,而是作隔离开关使用,主要用于控制屏中。HD 系列刀开关和 HS 系列刀形转换开关的电气性能见表 1-2-2 所示。

表 1-2-2 HD 系列和 HS 系列的电气性能参数

额定 电 流 (A)	分断能力(A,带灭弧罩时)		电动稳定性电流 (kA,峰值)		一秒钟热 稳定电流 (kA)	AC380V 及断开 60% 额定电流时的电寿命 (次,带灭弧罩时)
	AC380V $\cos\phi=0.7$	DC220V $T=0.01s$	中央手柄 操作式	杠杆操作式		
100	100	100	15	20	6	1000
400	400	400	30	40	20	1000
1000	1000	1000	50	60	30	500

(四) 选用与安装

使用刀开关,首先应根据它在线路中的作用和在成套配电装置中的安装位置,确定它的结构形式。如果电路中的负载是由断路器、接触器或其他具有一定分断能力的开关电器来分断,即刀开关仅仅是用来隔离电源时,则只需选用带灭弧罩的产品;反之,如果刀开关必须分断负荷,就应使用带灭弧罩且是通过杠杆来操作的产品。应注意,仅仅考虑正常工作电流是不够的,还应看电路中可能出现的最大短路电流是否在该额定电流等级所对应的电动稳定性电流和热稳定性电流以下,若不是就应使用额定电流更大一级的刀开关;如果刀开关用来控制电动机,就必须考虑电动机的起动电流(它往往可达电动机额定电流的 6~7 倍,甚至更大)。

刀开关一般应垂直安装在开关板上,并使静插座位于上方,以防止触刀等运动部件因支座松动而在重力作用下向下掉落,与插座接触,发生误合闸而造成事故。

在使用中应注意：

(1) 当刀开关用作隔离开关时，合闸顺序是先合上刀开关，再合上其他用于控制负载的开关电器；分闸顺序则相反，要先使控制负载的开关电器分闸。

(2) 严格按照产品说明书规定的分断能力来分断负载，对于无灭弧罩的产品，一般不允许分断负载，否则有可能导致稳定持续燃弧，并造成电源短路。

(3) 若是多极的刀开关，应保证各极动作同步且接触良好，否则当负载是笼型异步电动机时，便有可能发生电动机因单相运转而烧坏的事故。

(4) 如果刀开关不是安装在封闭的箱内，则应经常检查，防止因积尘过多而发生相间闪络现象。

二、开启式负荷开关

开启式负荷开关也称胶盖瓷底刀开关，主要用于电气线路照明、电热电路的控制开关或分支电路的配电开关。在降低容量的情况下，三极的开启式负荷开关还可用作小容量笼型异步电动机的非频繁起动控制开关。

(一) 外形结构与符号

开启式负荷开关外形结构如图 1-2-3 所示，其中 QS 为刀开关文字符号，FU 为熔断器的文字符号。

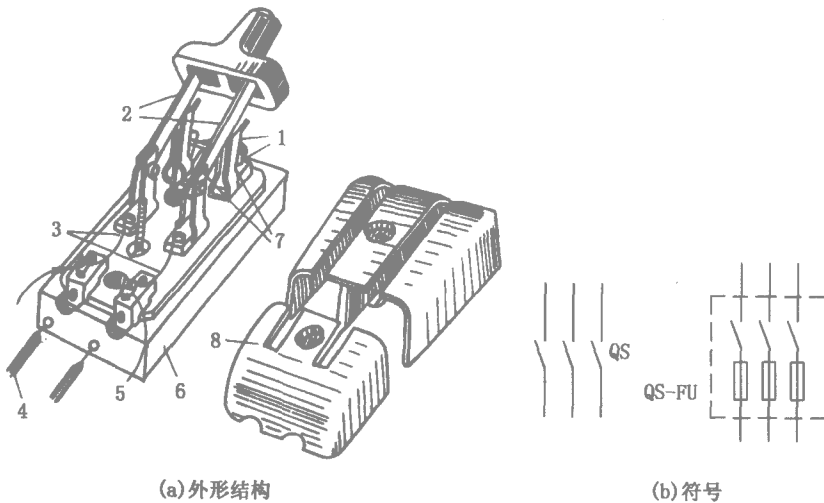


图 1-2-3 开启式负荷开关

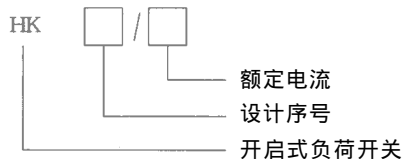
1-电源进线座 2-刀片式动触点 3-熔丝 4-负载线 5-负载接线座 6-瓷底板 7-静触点
8-胶木盖

(二) 工作原理与型号含义

图 1-2-3 中，刀片式动触点为两片式或三片式，以适于不同的应用场合。刀开关的全部导电零件都固定在一块瓷底板上。刀片式动触点的一端固定在瓷柄上；另一端固定在刀片式动触点座上，并可绕着刀片式动触点座上的铰链转动。操作人员手握瓷柄朝上推时，刀片式动触点就绕铰链向上转动，插入插座，电路接通；反之，将瓷柄往下拉时，刀片式动触点就绕铰链向下转动，脱离插座，将电路切断。由于有胶盖罩着，不仅是当开关处于合闸位置时，操作人员不可能触及带电部分，就是开关分断电路所产生的电弧，一般也不致飞出胶盖外面，灼伤操作人员。此外，胶盖还能起到防止因金属零件掉落刀面上而形成极间短路的作用。

刀开关内部装设了熔丝，当它所控制的电路发生短路故障时，可借熔丝的熔断迅速地切断故障电路，从而保护电路中其他电气设备。

开启式负荷开关型号的表示方法如下：



(三) 技术数据

常用的开启式负荷开关型号有 HK1 和 HK2 系列，其技术数据见表 1-2-3 和表 1-2-4。

表 1-2-3 HK1 系列开启式负荷开关基本技术数据

型 号	极 数	额定电压 (V)	额定电流 (A)	可控制电动机 最大功率 (kW)		配用熔丝规格			熔丝线径 (mm)
				220V	380V	熔丝成分			
						铅	锡	锑	
HK1-15	2	15	220	-	-	98%	1%	1%	1.5 ~ 1.59
HK1-60	2	60	220	-	-				3.36 ~ 4.0
HK1-15	3	15	380	1.5	2.2				1.5 ~ 1.59
HK1-60	3	60	380	4.5	5.0				3.36 ~ 4.0

表 1-2-4 HK2 系列开启式负荷开关基本技术数据

额定电压 (V)	额定电流 (A)	极 数	最大断路电流(熔断器极限分断电流) (A)	控制电动机的功率 (kW)
380	15	3	500	2.2
	30	3	1000	4.0
	60	3	1000	5.5

开启式负荷开关除了 HK1（统一设计产品）系列、HK2 系列外，还有 TSW 系列和 HK1-P 系列。HK2 系列产品的外形如图 1-2-3 所示。其余各系列产品的胶盖都做成半圆形，因而扩大了电弧室，有利于熄灭电弧，下胶盖则是平的。其中，HK1 系列产品的下胶盖还用铰链与瓷底板连接，更换熔丝更方便；TSW 系列产品的下胶盖除用铰链同瓷底板连接外，还与触刀有机械连锁，以保证开关处于合闸位置时不能打开下胶盖；至于 HK1-P 系列刀开关，由于不带熔丝，也就无需下胶盖了。

（四）选用与安装

开启式负荷开关一般可以接通和分断其额定电流，所以对普通负载来说，可以根据其额定电流来选择。若用它来控制功率小于 5.5kW 的电动机，考虑到笼型异步电动机起动电流较大，所以不能按电动机的额定电流来选用开启式负荷开关，而应将开关的额定电流选大一些，即开关应适当降低容量使用。一般情况下，若电动机直接起动，开关的额定电流应为电动机额定电流的 3 倍，电压为 380V 或 500V 的三相开关。

表 1-2-3 和表 1-2-4 中，HK1 和 HK2 系列开关的额定电流都是按电动机额定电流的 3 倍选用的。例如，当电压为 380V 时，4kW 电动机要配用 30A 开启式负荷开关，5.5kW 的电动机要配用 60A 的开启式负荷开关。表中的数据都是经验值，应灵活应用。若被控电动机既不需要经常起动，又不太会发生堵转，同时开关的质量又比较好，那么用 15A 的开关控制 4kW 的电动机或用 30A 的开关控制 5.5kW 的电动机也是可以的。

开启式负荷开关在安装和运行时应注意：

- （1）电源进线应装在静触座上，用电负荷接在闸刀的下出线端上。当开关断开时，闸刀和熔丝上不能带电，以保证换装熔丝时的安全。
- （2）闸刀在合闸状态时手柄应向上，不可倒装或平装，以防误合闸。
- （3）排除熔丝熔断故障后，应特别注意观察绝缘瓷底和胶盖内壁表面是否附有一层金属粉粒，这些金属粉粒会造成绝缘部分的绝缘性能下降，在重新合闸送电瞬间可能造成开关本体相间短路。因此，应将内壁的金属粉粒清除后，再更换熔丝。
- （4）负荷较大时，为防止出现闸刀本体相间短路，可与熔断器配合使用。将熔断器装在闸刀负荷一侧，闸刀本体不再装熔丝，在应装熔丝的接点上装与线路导线截面相同的铜线。此时，开启式负荷开关只作开关使用，短路保护及负荷保护由熔断器完成。

三、封闭式负荷开关

封闭式负荷开关也称铁壳开关或负载开关，一般用在电力排灌、电热器、电气照明线路的配电设备中，作为非频繁接通和分断电路用，其中容量较小者（额定电流不大于 60A），还可用作三相交流异步电动机的非频繁全电压起动的控制开关。

封闭式负荷开关与开启式负荷开关的不同之处在于开启式负荷开关没有灭弧装置，且触点的断开速度比较慢，以致在分断大电流时往往会有很大的电弧向外喷出，引起相间短路；而封闭式负荷开关提高了触刀的通断速度，在断口处设置了灭弧罩，并将整个开关本体装在一个防护壳体内，就可以大大改善通电性能。

（一）外形结构

封闭式负荷开关的外形结构如图 1-2-4 所示。常用的 HH 系列封闭式负荷开关由封闭在铁壳内的刀开关和熔断器组成。开关的 3 个 U 形双刀片装在与手柄相连的转动杆上，熔断器有瓷插式或填料封闭管道式。操作机构上装有速断弹簧和机械连锁装置，速断弹簧使电弧快速熄灭，降低刀片的磨损；机械连锁装置供手动快速接通和分断负荷电路，并保证箱盖打开时开关不能闭合及开关闭合后箱盖不能打开，以确保使用安全。

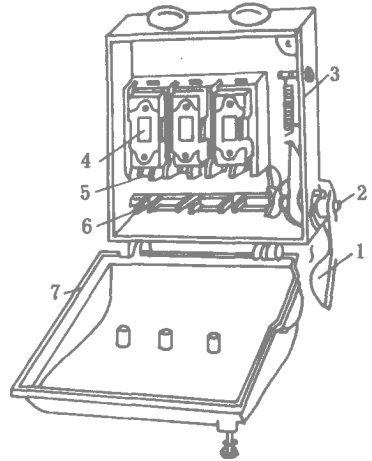


图 1-2-4 封闭式负荷开关

1-手柄 2-转轴 3-速断弹簧 4-熔断器
5-夹座 6-闸刀 7-外壳前盖

（二）工作原理与型号含义

常用的 HH3 和 HH4 系列封闭式负荷开关的触点和灭弧室有两种形式：一种是双断点楔形转动式触点，其动触点为 U 形双刀片，静触点（触点座）则固定在瓷质 E 形灭弧室上，两断口间还隔有瓷板；另一种是单断点楔形触点，其结构与一般闸刀开关相仿，灭弧室是由钢纸板夹上离子栅片构成的。

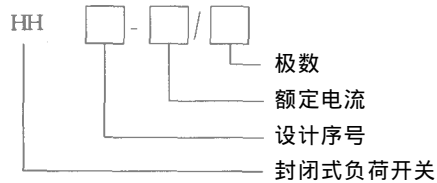
封闭式负荷开关配用的熔断器也有两种：额定电流不大于 60A 时配用瓷插式熔断器；额定电流不小于 100A 时配用无填料封闭管式熔断器。采用瓷插式熔断器的好处是价格便宜，更换熔体方便，但分断能力较低，只能用在短路电流较小的地方。采用封闭管式熔断器，虽然价格高一点，更换熔体困难些，但却有较高的分断能力。

HH10 系列封闭式负荷开关在结构上不同于前两个系列。其动触点一律是双断点楔形转动式的，灭弧室则是由耐弧塑料压制而成的整块模压件。在熔断器中，瓷插式以铜丝为熔体，而另一种结构则用 RT10 系列封闭管式有填料熔断器，它们分别适用于小容量和大容量的负荷开关。HH1 系列封闭式负荷开关的触点系统是以封闭管式有填料熔断器作为桥臂的双断点桥式动触点，灭弧室也是耐弧塑料压制。

封闭式负荷开关的操作机构都有以下两个特点：一是采用储能合闸方式，即利用一根弹簧执行合闸和分闸功能，提高了开关的动作性能和灭弧性能，又能防止触点停滞在中间位置上；二是设有连锁装置，保证开关合闸后不能打开箱盖，箱盖在打开时也不能将开关合闸。开关的储能操作机构使用了一根弹簧，一端装在外壳

上，另一端通过钩子扣在操作手柄转轴上。当转动手柄使开关合闸或分闸时，在开始阶段闸刀并不移动，只是弹簧被拉伸，从而储备一定的能量。一旦转轴转过了某一角度，在储能弹簧作用下，触刀迅速插入触点座内或迅速离开触点座。这样就大大地提高了开关的合闸与分闸速度，因而也提高了开关的通断能力，降低了触点的电气磨损。连锁装置既有助于充分发挥外壳的防护作用，以免操作人员被电弧灼伤，又保证了更换熔丝等操作的安全。

封闭式负荷开关型号的表示方法为：



(三) 技术数据

HH3 和 HH4 系列封闭式负荷开关的技术数据见表 1-2-5 和表 1-2-6。如果采用封闭式负荷开关全电压起动及控制电动机，可按表 1-2-7 中数据选用。对于功率大于 15kW 的电动机，一般不适宜采用封闭式负荷开关起动电动机。

表 1-2-5 HH3 系列封闭式负荷开关技术数据

额定 电流 (A)	额定 电压 (V)	极数	触点极限接通及分断能力 (A)				熔断器极限接通及分断能力 (A)			
			AC440V		DC500V		AC440V		DC500V	
			电流	cosφ	电流	时间常数	电流	cosφ	电流	时间常数
10	AC440, DC500	2, 3	40	0.4	—	0.006~ 0.008s	500	0.8	—	0.006~ 0.008s
15			60		22.5		1000		500	
20			80		45		1000		—	
60			240		90		4000		4000	

表 1-2-6 HH4 系列封闭式负荷开关技术数据

额定 电流 (A)	额定 电压 (V)	极数	熔体主要参数			触点极限接通及分断能力 (A)		熔断器极限接通及分断能力 (A)	
			额定电流 (A)	材料	线径 (mm)	电流	cosφ	电流	cosφ
15	380	2, 3	6	软铅丝	1.08	60	0.5	500	0.8
			10		1.25				
			15		1.98				

续表

额定 电流 (A)	额定 电压 (V)	极数	熔体主要参数			触点极限接通及分 断能力 (A)		熔断器极限接通及 分断能力 (A)	
			额定电流 (A)	材料	线径 (mm)	电流	cosφ	电流	cosφ
60	380	2, 3	40	紫铜丝	0.92	240	0.4	300	0.6
			50		1.07				
			60		1.20				
100	440	3	60,80,100	PT10 系列 熔断器	熔体额定 电流与开关 额定电流同	300	0.8	50000	0.25
200			100,150 200		600				

表 1-2-7 封闭式负荷开关与可控制电动机容量的配合

额定电流 (A)	可控电动机最大容量 (kW)		
	220V	380V	500V
10	1.5	2.7	3.5
15	2.0	3.0	4.5
20	3.5	5.0	7.0
30	4.5	7.0	10
60	9.5	15	20

(四) 选用与安装

封闭式负荷开关可接通和分断笼型异步电动机。如果起动不很频繁，一般小型电动机可用封闭式负荷开关控制，但 60A 以上的开关用来控制电动机已不适宜，还可能发生弧光烧手事故。另外，封闭式负荷开关不带过载保护，而只使用熔断器作短路保护，因此很可能因一相熔断器熔断而导致电动机断相运转故障，从这一点考虑，也不宜使用这类开关控制大容量的电动机。封闭式负荷开关配用的熔断器的分断能力一般很低，所以它应当装设在短路电流不太大的线路末端，以免发生因熔断器分断不了故障电流而发生爆炸的事故。

封闭式负荷开关的外壳应可靠接地，防止漏电击伤人员。严格禁止在开关箱上方放置紧固件及其他金属零件，以免它们掉入开关内部造成相间短路。开关电源的进出线应按要求连接，60A 及以下的开关电源进线座在下端，60A 以上的开关电源进线座在上端。不要面对着开关箱操作，以免发生故障而开关又分断不了短路电

流时，铁壳爆炸飞出伤人。

四、组合开关

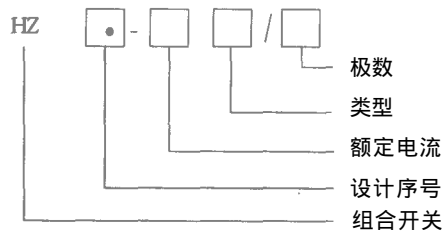
组合开关实质上也是一种刀开关，只不过一般刀开关的操作手柄是在垂直于其安装面的平面内向上或向下转动，而组合开关的操作手柄则是在平行于其安装面的平面内向左或向右转动。组合开关一般用于电气设备中，作为非频繁地接通和分断电路、换接电源和负载、测量三相电压以及控制小容量异步电动机的正反转和 Y- Δ 起动等用。

(一) 外形结构与符号

组合开关结构如图 1-2-5 所示。这种开关有 3 副静触片，每一静触片的一端固定在绝缘垫板上，另一端伸出盒外，并附有接线柱，以便和电源线及用电设备的导线相连；3 个动触片装在另外的绝缘垫板上，垫板套装在附有绝缘手柄的绝缘杆上，手柄能沿任何方向每次旋转 90° ，带动 3 个动触片分别与 3 个静触片接通或断开。为使开关在切断负荷电流时所产生的电弧能迅速熄灭，在开关的转轴上都装有弹簧储能机构，使开关能快速闭合与分断，其分断与闭合速度和手柄旋转速度无关。

(二) 型号含义

组合开关型号的表示方法为：



其中，类型是指凡不标出类型代号（拼音字母）者，是同时通断或交替通断的产品；有 P 代号者，是两位转换的产品；有 S 代号者，是三位转换的产品；有 Z 代号者，是供转接电阻用的产品；有 X 代号者，是控制电动机作 Y- Δ 起动用的产品。

交替通断的产品，其极数标志部分有两位数字：前一位表示在起始位置上接通的电路数；第二位表示总的通断电路数。两位转换的产品，其极数标志前无字母代

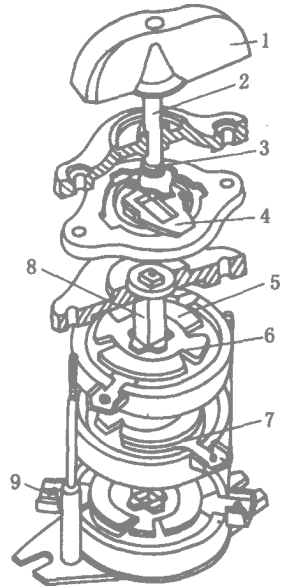


图 1-2-5 组合开关

- 1-手柄 2-转轴 3-弹簧
4-凸轮 5-绝缘垫板 6-动触片
7-静触片 8-绝缘杆
9-接线柱

号者，是有一位断路的产品；极数标志前有字母代号 B 者，是有两位断路的产品；极数标志前有数字代号 0 者，是无断路的产品。

(三) 技术数据

HZ10 系列组合开关技术数据见表 1-2-8。组合开关有许多系列，如 HZ1、HZ2、HZ3、HZ4、HZ5 和 HZ10 系列等。其中 HZ1~HZ4 这 4 个系列的技术经济指标比较落后，已属淘汰产品，不应选用。HZ5 系列类似于万能转换开关，其结构不同于一般组合开关。所以应选用 HZ10 系列组合开关。

表 1-2-8 HZ10 系列组合开关技术数据

型号	额定电压 (V)	额定电流 (A)	极数	极限操作电流* (A)		可控制电动机最大容量和额定电流*		额定电压及额定电流下的通断次数			
				接通	分断	容量 (kW)	额定电流 (A)	AC cosφ		直流时间常数 (s)	
								≥0.8	≥0.3	≤0.0025	≤0.01
HZ10-10	DC220, AC380	6	单极								
		10		94	62	3	7	20000	10000	20000	10000
HZ10-25		25		2, 3	155	108	5.5	12			
HZ10-100		100						10000	5000	10000	5000

注：*均指三极组合开关。

(四) 选用与安装

组合开关的电寿命是指在额定电压下、操作频率不超过每小时 300 次、功率因数不小于规定数值时，其通断额定电流的次数。如果功率因数太低或操作频率太高，都应降低容量使用，否则不仅会降低开关的寿命，有时还可能因持续燃弧而发生事故。

虽然组合开关有一定的通断能力，但毕竟还是比较低的，所以不能用来分断故障电流。不仅如此，就是用于控制电动机作可逆运转的组合开关，也必须在电动机完全停止转动后，才允许反方向接通（即只能作为预选开关使用）。

组合开关的接线方式很多，这就要求我们能够根据需要正确地选择相应规格的产品。由于组合开关本身是不带过载保护和短路保护的。如果需要这类保护，就必须另设其他保护电器。

第三节 熔断器

熔断器是一种保护类电器，其熔体为保险丝（或片）。在使用中，熔断器串联在被保护的电路中，当该电路中发生过载或短路故障时，如果通过熔体的电流达到